

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of :  
Hiroyuki SASAI et al. :  
Serial No. NEW : Attn: APPLICATION BRANCH  
Filed June 28, 2001 : Attorney Docket No. 2001\_0928A  
OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM FOR  
RADIO ACCESS AND HIGH FREQUENCY  
OPTICAL TRANSMITTER



#2  
28 Sep 01  
R. Talbot

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Assistant Commissioner for Patents,  
Washington, DC 20231

Sir:

Applicants in the above-entitled application hereby claim the dates of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2000-197083, filed June 29, 2000, Japanese Patent Application No. 2000-269804, filed September 6, 2000, and Japanese Patent Application No. 2000-349874, filed November 16, 2000, as acknowledged in the Declaration of this application.

Certified copies of said Japanese Patent Applications are submitted herewith.

Respectfully submitted,

Hiroyuki SASAI et al.

By

Michael S. Huppert  
Registration No. 40,268  
Attorney for Applicants  
for  
Charles R. Watts  
Registration No. 33,142  
Attorney for Applicants

CRW/asd  
Washington, D.C. 20006-1021  
Telephone (202) 721-8200  
Facsimile (202) 721-8250  
June 28, 2001

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 9月 6日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-269804

出 願 人

Applicant(s):

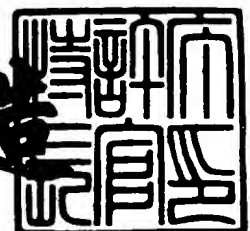
松下電器産業株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 6月 1日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



【書類名】 特許願

【整理番号】 2022520371

【提出日】 平成12年 9月 6日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H03D 7/00  
H04B 10/00

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
会社内

【氏名】 笹井 裕之

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府門真市大字門真 1 0 0 6 番地 松下電器産業株式  
会社内

【氏名】 布施 優

【特許出願人】

【識別番号】 000005821

【氏名又は名称】 松下電器産業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100097445

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩橋 文雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100103355

【弁理士】

【氏名又は名称】 坂口 智康

【選任した代理人】

【識別番号】 100109667

【弁理士】

【氏名又は名称】 内藤 浩樹

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011305

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9809938

【書類名】 明細書

【発明の名称】 高周波光送信器

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 入力される電気信号を、互いに同相の第 1 及び第 2 の電気信号と、前記第 1 及び第 2 の電気信号と直交する第 3 の電気信号とに 3 分岐する 3 分岐部と、

前記第 3 の電気信号を光強度変調信号に変換する半導体レーザと、

前記第 1 及び第 2 の電気信号の伝搬時間を調整する第 1 及び第 2 の遅延調整部と、

入力される局発信号を、互いに逆相の第 1 及び第 2 の局発信号に 2 分岐する 2 分岐部と、

前記第 1 及び第 2 の局発信号の伝搬時間を調整する第 3 及び第 4 の遅延調整部と、

前記第 1 及び第 2 の遅延調整部からそれぞれ出力される前記第 1 及び第 2 の電気信号と、前記第 3 及び第 4 の遅延調整部からそれぞれ出力される前記第 1 及び第 2 の局発信号を、それぞれ合波する第 1 及び第 2 の合波部と、

第 1 及び第 2 の電極を有し、前記第 1 及び第 2 の合波信号を前記第 1 及び第 2 の電極へそれぞれ入力し、前記半導体レーザから出力される光強度変調信号を変調する差動型の強度変調器とを備え、

前記差動型の強度変調器の第 1 及び第 2 の電極に前記第 1 及び第 2 の合波部を介して入力される前記第 1 及び第 2 の電気信号が互いに同相となるように前記第 1 ～第 4 の遅延制御部を調整することによって、前記半導体レーザから出力される光信号に対して位相変調を施し、前記光信号が有する光周波数変調成分の周波数偏位に対して、同量かつ逆位相の光変調を施すことを特徴とする高周波光送信器。

【請求項 2】 入力される電気信号を、互いに同相の第 1 及び第 2 の電気信号と、前記第 1 及び第 2 の電気信号と位相差が  $90^\circ$  である第 3 の電気信号とに 3 分岐する 3 分岐部と、

前記第 3 の電気信号を光強度変調信号に変換する半導体レーザと、

前記第 1 及び第 2 の電気信号の伝搬時間を調整する第 1 及び第 2 の遅延調整部と、

入力される局発信号を、互いに直交の第 1 及び第 2 の局発信号に 2 分岐する 2 分岐部と、

前記第 1 及び第 2 の局発信号の伝搬時間を調整する第 3 及び第 4 の遅延調整部と、

前記第 1 及び第 2 の遅延調整部からそれぞれ出力される前記第 1 及び第 2 の電気信号と、前記第 3 及び第 4 の遅延調整部からそれぞれ出力される前記第 1 及び第 2 の局発信号を、それぞれ合波する第 1 及び第 2 の合波部と、

第 1 及び第 2 の電極を有し、前記第 1 及び第 2 の合波信号を前記第 1 及び第 2 の電極へそれぞれ入力し、前記半導体レーザから出力される光強度変調信号を変調する差動型の強度変調器とを備え、

前記差動型の強度変調器の第 1 及び第 2 の電極に前記第 1 及び第 2 の合波部を介して入力される前記第 1 及び第 2 の電気信号の位相差が互いに 0 となるように前記第 1 及び第 2 の遅延制御部を調整することによって、前記半導体レーザから出力される光信号に対して位相変調を施し、前記光信号が有する光周波数変調成分の周波数偏位に対して、同量かつ逆位相の光変調を施し、前記第 1 及び第 2 の合波部を介して入力される前記第 1 及び第 2 の局発信号が互いに直交となるように前記第 3 及び第 4 の遅延制御部を調整することによって、前記光信号に対して光搬相波を有する光単側帯波変調を行うことを特徴とする高周波光送信器。

【請求項 3】 入力される電気信号を、互いに直交である第 1 及び第 2 の電気信号に 2 分岐する 2 分岐部と、

前記第 1 の電気信号を光強度変調信号に変換する半導体レーザと、

前記第 2 の電気信号の伝搬時間を調整する遅延調整部と、

位相変調器部と強度変調部を同一基板上に形成し、前記遅延制御部から出力される第 2 の電気信号を位相変調部に入力し、入力される局発信号を前記強度変調部へ入力し、前記半導体レーザから出力される光強度変調信号を変調する集積変調器とを備え、

前記位相変調部において、前記半導体レーザから出力される光信号に対して位

相変調を施し、前記光信号が有する光周波数変調成分の周波数偏位量（FM指数）に対して、逆位相の光変調を施すことを特徴とする高周波光送信器。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

マイクロ波、ミリ波帯の高周波信号を光伝送するための高周波光送信器に関し、特に、直接変調用光源と外部変調器を縦続接続し、2重変調することによって、中間周波数帯の変調信号（以下、IF信号）を高周波信号に周波数変換する機能を有する光伝送技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

高周波信号を光伝送する光送信器の従来の構成を図5に示す。1はIF入力端子、2は局発入力端子、3は出力端子、140は半導体レーザ、440は強度変調部である。

【0003】

以下、従来の光送信器の動作について説明する。IF信号がIF入力端子1に輸入され、半導体レーザ140において直接変調方式により、光信号に変換される。半導体レーザ140から出力された光信号は、局発入力端子2に輸入される局発信号により、強度変調部440において再び強度変調される。このとき、IF信号を $\cos(\omega t)$ 、光信号を $\sin(\omega_0 t)$ 、直接変調時の光変調度を $m$ 、IF信号による光周波数変調指数を $\beta_1$ とし、外部変調時の光位相変調指数 $\beta_{L0}$ をすると、出力端子3から出力される光信号（電界表現： $E(t)$ ）は（式1）で与えられる。

【0004】

$$\begin{aligned} E(t) &= \sqrt{[1 + J_1(\beta_{L0})\cos(\omega_{L0}t)][1 + m\cos(\omega(t - \tau_1))]} \sin[\omega_0 t + \beta_1 \sin(\omega t)] \\ &= \sqrt{[1 + m\cos(\omega(t - \tau_1) + J_1(\beta_{L0})\cos(\omega_{L0}t) + mJ_1(\beta_{L0})\cos(\omega_{L0}t)\cos[\omega(t - \tau_1)]]} \sin[\omega_0 t + \beta_1 \sin(\omega t)] \end{aligned} \quad (\text{式1})$$

（式1）から分かるように、半導体レーザ140による変調周波数（ $\omega$ ）を、

光強度変調部 1 5 0 による変調周波数 ( $\omega L0$ ) だけ周波数変換した光強度変調成分を有していることが分かる。

【0 0 0 5】

一般に、半導体レーザは外部変調器に比べ低歪特性を有するが、比較的周波数帯域が狭く、逆に外部変調器は広帯域特性を有するが、歪特性が悪い。したがって、図 5 のような構成をとることにより、半導体レーザ 1 4 0 の低歪特性と、外部変調部 4 4 0 の広帯域特性を活かすことができ、高周波信号の低歪伝送が実現できる。

【0 0 0 6】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、従来の光送信器を用いる場合、直接変調用光源から出力される光信号は、光周波数変調成分（波長チャープ）と波長分散性と作用することによって波形歪が生じ、特に、長距離伝送時には伝送特性が大きく劣化する問題があった。

【0 0 0 7】

本発明では、直接変調用光源と縦続接続された外部変調器によって再度光強度変調を施すことによって、変調信号の周波数変換を行うと同時に、光周波数変調を施して、直接変調光信号が有する光周波数変調成分を抑圧し、長距離伝送時においても伝送特性が劣化しない高周波光送信器を提供する。

【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】

本発明第 1 の高周波光送信器は、入力される電気信号を、互いに同相の第 1 及び第 2 の電気信号と、前記第 1 及び第 2 の電気信号と直交する第 3 の電気信号とに 3 分岐する 3 分岐部と、前記第 3 の電気信号を光強度変調信号に変換する半導体レーザと、前記第 1 及び第 2 の電気信号の伝搬時間を調整する第 1 及び第 2 の遅延調整部と、入力される局発信号を、互いに逆相の第 1 及び第 2 の局発信号に 2 分岐する 2 分岐部と、前記第 1 及び第 2 の局発信号の伝搬時間を調整する第 3 及び第 4 の遅延調整部と、前記第 1 及び第 2 の遅延調整部からそれぞれ出力される前記第 1 及び第 2 の電気信号と、前記第 3 及び第 4 の遅延調整部からそれぞれ



出力される前記第 1 及び第 2 の局発信号を、それぞれ合波する第 1 及び第 2 の合波部と、第 1 及び第 2 の電極を有し、前記第 1 及び第 2 の合波信号を前記第 1 及び第 2 の電極へそれぞれ入力し、前記半導体レーザから出力される光強度変調信号を変調する差動型の強度変調器とを備え、前記差動型の強度変調器の第 1 及び第 2 の電極に前記第 1 及び第 2 の合波部を介して入力される前記第 1 及び第 2 の電気信号が互いに同相となるように前記第 1 ～第 4 の遅延制御部を調整することによって、前記半導体レーザから出力される光信号に対して位相変調を施し、前記光信号が有する光周波数変調成分の周波数偏位に対して、同量かつ逆位相の光変調を施すことを特徴としている。

## 【 0 0 0 9 】

周波数変換を行うための外部変調器を利用して、半導体レーザに入力する電気信号の一部を用いて、半導体レーザから出力される光信号を位相変調することにより、付加的な光学部品を使用することなく、半導体レーザでの電気光変換時に生じる光周波数変調成分（波長チャープ）を相殺でき、光周波数変調と光ファイバの波長分散性との作用により生じる波長分散歪を抑圧することができるため、高性能な光伝送が実現できる。

## 【 0 0 1 0 】

本発明第 2 の高周波光送信器は、入力される電気信号を、互いに同相の第 1 及び第 2 の電気信号と、前記第 1 及び第 2 の電気信号と位相差が  $90^\circ$  である第 3 の電気信号とに 3 分岐する 3 分岐部と、前記第 3 の電気信号を光強度変調信号に変換する半導体レーザと、前記第 1 及び第 2 の電気信号の伝搬時間を調整する第 1 及び第 2 の遅延調整部と、入力される局発信号を、互いに直交の第 1 及び第 2 の局発信号に 2 分岐する 2 分岐部と、前記第 1 及び第 2 の局発信号の伝搬時間を調整する第 3 及び第 4 の遅延調整部と、前記第 1 及び第 2 の遅延調整部からそれぞれ出力される前記第 1 及び第 2 の電気信号と、前記第 3 及び第 4 の遅延調整部からそれぞれ出力される前記第 1 及び第 2 の局発信号を、それぞれ合波する第 1 及び第 2 の合波部と、第 1 及び第 2 の電極を有し、前記第 1 及び第 2 の合波信号を前記第 1 及び第 2 の電極へそれぞれ入力し、前記半導体レーザから出力される光強度変調信号を変調する差動型の強度変調器とを備え、前記差動型の強度変調

器の第 1 及び第 2 の電極に前記第 1 及び第 2 の合波部を介して入力される前記第 1 及び第 2 の電気信号の位相差が互いに 0 となるように前記第 1 及び第 2 の遅延制御部を調整することによって、前記半導体レーザから出力される光信号に対して位相変調を施し、前記光信号が有する光周波数変調成分の周波数偏位に対して、同量かつ逆位相の光変調を施し、前記第 1 及び第 2 の合波部を介して入力される前記第 1 及び第 2 の局発信号が互いに直交となるように前記第 3 及び第 4 の遅延制御部を調整することによって、前記光信号に対して光搬相波を有する光単側帯波変調を行うことを特徴としている。

## 【 0 0 1 1 】

非差動型の外部変調（光両側帯波変調）により長距離伝送し、光電気変換した場合、波長分散の影響により光強度変調成分の上側帯波と下側帯波が相殺して、電気信号を周波数変換した R F 信号成分が大きく減少する問題があるが、本発明第 2 の高周波光送信器は、光単側帯波変調を行うため、光両側帯波変調時に生じる光強度変調成分の相殺を回避することができる。

## 【 0 0 1 2 】

本発明第 3 の高周波光送信器は、入力される電気信号を、互いに直交である第 1 及び第 2 の電気信号に 2 分岐する 2 分岐部と、前記第 1 の電気信号を光強度変調信号に変換する半導体レーザと、前記第 2 の電気信号の伝搬時間を調整する遅延調整部と、位相変調器部と強度変調部を同一基板上に形成し、前記遅延制御部から出力される第 2 の電気信号を位相変調部に入力し、入力される局発信号を前記強度変調部へ入力し、前記半導体レーザから出力される光強度変調信号を変調する集積変調器とを備え、前記位相変調部において、前記半導体レーザから出力される光信号に対して位相変調を施し、前記光信号が有する光周波数変調成分の周波数偏位に対して、同量かつ逆位相の光変調を施すことを特徴としている。

## 【 0 0 1 3 】

光周波数変調成分を相殺するための位相変調部と周波数変換を行うための強度変調部を集積することにより、光周波数変調成分を相殺するための遅延調整を容易に行うことができる。また、位相変調部に入力する電気信号と強度変調部に入力する局発信号を合波する必要がないため、強度変調部に入力する電気信号の電

力を、より小さくすることができる。

【0014】

【発明の実施の形態】

（実施の形態1）

図1に本発明実施の形態1の高周波光送信器の構成を示す。1はIF入力端子、2-1、2は第1及び第2の局発入力端子、3は出力端子、110は3分岐部、120-1～4は第1～第4の遅延制御部、130-1、2は第1及び第2の合波部、140は半導体レーザ、150は差動型光強度変調部、160は局発信号源、170は第1の2分岐部である。

【0015】

以下、本発明実施の形態1における動作を説明する。IF入力端子から入力される中間周波数のIF信号は3分岐部110において第1～第3のIF信号に3分岐される。第1及び第2のIF信号はそれぞれ第1及び第2の遅延制御部120-1、2へ、第3のIF信号は半導体レーザ140へ入力される。ここで、第1及び第2のIF信号の位相は互いに同相で、かつ第3のIF信号に対して、 $90^\circ$ 異なるように設定される。第3のIF信号は、半導体レーザ140において直接変調により光信号に変換され、出力される。このとき、半導体レーザ140から出力される直接変調光信号は、光強度変調と共に、光周波数変調が施され、その電界表現： $ELD(t)$ は、IF信号を $\cos(\omega t)$ 、光信号を $\sin(\omega_0 t)$ 、光変調度を $m$ 、IF信号による周波数変調指数を $\beta_1$ とすると、（式2）で与えられる。

【0016】

$$ELD(t) = \sqrt{[1 + m \cos(\omega t)] \sin[\omega_0 t + \beta_1 \sin(\omega t)]} \quad (\text{式2})$$

一方、第1及び第2のIF信号は、それぞれ第1及び第2の遅延制御部120-1、2により、前記伝搬遅延量を所定の値に調整された後、第1及び第2の合波部130-1、2へ出力される。局発信号源160から出力される局発信号は、第1の2分岐部170において、位相が $180^\circ$ 異なる第1及び第2の局発信号に分岐され、それぞれ第3及び第4の遅延制御部120-3、4により前記伝搬遅延量を等しい値に調整された後、第1及び第2の合波部130-1、2に出

力される。第1及び第2の合波部130-1、2は、それぞれ第1のIF信号と第1の局発信号、及び第2のIF信号と第2の局発信号を合波し、差動型光強度変調部150に入力する。

## 【0017】

差動型光強度変調部150はマッハツェンダー型で、2つの光導波路を有し、各光導波路に対応して設けられた電極にそれぞれ電圧信号を印加し、各光導波路の屈折率を変化させることにより、光の伝搬時間差を与えた後、これを合成する構成を有する。このとき、2つの光導波路を通過する光の伝搬時間差を、光位相に換算して $\pi/2$ になるように各電極にバイアス電圧を印化すると共に、第1及び第2の局発信号を各電極に逆相で印加する。

## 【0018】

このとき、局発信号を $\cos(\omega L_0 t)$ 、差動型光強度変調部150における第1及び第2の局発信号による光位相変調指数を共に $\beta L_0$ とすると、差動型光強度変調部150にIF信号を入力しない場合、差動型光強度変調部150から出力される光信号（電界表現： $EEM_i(t)$ ）は、（式3）で表される。

## 【0019】

$$\begin{aligned} EEM_i(t) &= \sqrt{[1 + J_1(2\beta L_0)\cos(\omega L_0 t)][1 + m\cos(\omega(t - \tau_1))]} \sin[\omega_0 t + \beta_1 \sin(\omega t)] \\ &= \sqrt{[1 + m\cos(\omega(t - \tau_1) + J_1(2\beta L_0)\cos(\omega L_0 t) + mJ_1(2\beta L_0)\cos(\omega L_0 t)\cos[\omega(t - \tau_1))]]} \sin[\omega_0 t + \beta_1 \sin(\omega t)] \quad (\text{式3}) \end{aligned}$$

（式3）から分かるように、差動型光強度変調部150から出力される光信号は、半導体レーザ140による変調周波数（ $\omega$ ）を、差動型光強度変調部150による変調周波数（ $\omega L_0$ ）だけ周波数変換した光強度変調成分を有していることが分かる。

## 【0020】

次に、差動型光強度変調部150にIF信号のみを入力する場合を考える。第1及び第2のIF信号は、差動型光強度変調部150の各電極に同位相で印加する。第3のIF信号が、3分岐部110から半導体レーザ140で光信号に変換された後、差動型光強度変調部150まで伝搬する時間を $\tau_1$ 、第1及び第2の

電気信号が 3 分岐部 1 1 0 から差動型光強度変調部 1 5 0 において光信号を変調するまで伝搬する時間を共に  $\tau 2$  とし、差動型光強度変調部 1 5 0 における第 1 及び第 2 の I F 信号による光位相変調指数を共に  $\beta 2$  とすると、局発信号入力がない場合、差動型光強度変調部 1 5 0 から出力される光信号（電界表現： $E E M p(t)$ ）は、（式 4）で表される。

【 0 0 2 1 】

$$E E M p(t) = \sqrt{[1 + m \cos(\omega(t - \tau 1))] \sin[\omega 0 t + \beta 1 \sin[\omega(t - \tau 1)] + \beta 2 \cos[\omega(t - \tau 2) + \pi / 2]]} \quad (\text{式 4})$$

ここで、第 1 及び第 2 の遅延制御部 1 2 0 - 1、2 において、 $\tau 2 = \tau 1$  となるように遅延量を調整すると、（式 4）は、（式 5）となる。

【 0 0 2 2 】

$$E E M p(t) = \sqrt{[1 + m \cos(\omega(t - \tau 1))] \sin[\omega 0 t + (\beta 1 - \beta 2) \sin[\omega(t - \tau 1)]]} \quad (\text{式 5})$$

（式 5）から分かるように、直接変調により生じる光周波数変調指数： $\beta 1$  が差動型光強度変調部 1 5 0 による二重変調によって、 $\beta 1 - \beta 2$  に減少させることができる。また、位相変調指数  $\beta 2$  を  $\beta 1$  と等しくする設定することによって、光信号の周波数変調成分を完全に除去することができる。

【 0 0 2 3 】

以上より、差動型光強度変調部 1 5 0 に局発信号と I F 信号を共に入力すると、出力端子 3 から出力される光信号（電界表現： $E E M(t)$ ）は、 $\beta 2 = \beta 1$  のとき、（式 6）で与えられる。

【 0 0 2 4 】

$$\begin{aligned} E E M(t) &= \sqrt{[1 + J_1(2\beta L_0) \cos(\omega L_0 t)] [1 + m \cos(\omega(t - \tau 1))] \sin(\omega 0 t)} \\ &= \sqrt{[1 + m \cos(\omega(t - \tau 1) + J_1(2\beta L_0) \cos(\omega L_0 t) + m J_1(2\beta L_0) \cos(\omega L_0 t) \cos[\omega(t - \tau 1)]] \sin(\omega 0 t)} \quad (\text{式 6}) \end{aligned}$$

（式 6）から分かるように、差動型光強度変調部 1 5 0 から出力される光信号は、半導体レーザ 1 4 0 において生じた光周波数変調成分を除去されると同時に、半導体レーザ 1 4 0 による変調周波数（ $\omega$ ）を、差動型光強度変調部 1 5 0 に

よる変調周波数 ( $\omega L0$ ) だけ周波数変換した光強度変調成分を有していることが分かる。

## 【 0 0 2 5 】

実際に、直接変調により生じた光周波数変調成分を外部変調により抑圧した例を、図 2 に示す。図 2 (a) は、直接変調により光周波数変調成分を伴った光スペクトル、図 2 (b) は外部変調により光周波数変調成分を相殺した光スペクトルである。ただし、図 2 では、局発信号は差動型光強度変調部 1 5 0 に入力していない。図 2 (a)、(b) から、実施の形態 1 により、周波数変調成分が抑圧できていることが確認できる。

## 【 0 0 2 6 】

以上の説明では、2 つの局発入力端子 2 - 1、2 に、位相差  $180^\circ$  の同一の局発信号を入力した例について示した。この時、光スペクトルは図 3 (a) に示すように、上下両側帯波を有する光両側帯波 (DSB) 信号となる。一般に、光ファイバは光波長 (光周波数) に依存して群速度が異なるという波長分散性を有しており、このような光 DSB 信号を伝送すると、上側帯波と下側帯波の群速度が一致せず、光受信器による自乗検波時に上側帯波と光搬相波及び下側帯波と光搬相波のビート成分として得られる各電気信号成分に位相差が生じ、特に、長距離伝送時には、両電気信号が逆相となって互いに相殺する可能性がある。

## 【 0 0 2 7 】

この現象を回避する手法として、図 3 (b) に示す片側側帯波のみを有する光単側帯波 (SSB) 変調方式、または図 3 (c) に示す光搬相波を抑圧した光両側帯波 (DSB-SC) 変調方式等がある。上述した実施の形態 1 の構成においては、位相差  $90^\circ$  の局発信号を第 1 及び第 2 の局発入力端子 2 - 1、2 に入力することにより光 SSB 変調が、差動型光強度変調部 1 5 0 の 2 つの光導波路を通過する光の伝搬時間差を、光位相に換算して  $\pi$  になるようにバイアス電圧を印化し、かつ、位相差  $180^\circ$  の局発信号を第 1 及び第 2 の局発入力端子 2 - 1、2 に入力することにより光 DSB-SC 変調を、それぞれ容易に実現できる。なお、光 DSB 変調及び光 DSB-SC 変調の場合は、差動型光強度変調部 1 5 0 の 2 つの端子のうち、片側のみに局発信号を入力する構成としても同様の効果が

得られる。

#### 【 0 0 2 8 】

以上のように、実施の形態 1 では、I F 信号による直接変調時に発生する光周波数変調成分を、差動型光強度変調部を位相変調動作させることによって相殺すると同時に、局発信号による強度変調動作によって、電気信号を高周波信号に周波数変換することができる。これにより、差動型光強度変調部を光学的な周波数変換と周波数変調の相殺の 2 つの機能を持たせることができ、高周波信号を分散性のある光ファイバで長距離伝送した場合にも、良好な伝送特性を得ることができる。

#### 【 0 0 2 9 】

##### (実施の形態 2)

図 4 に、本発明実施の形態 2 の高周波光送信器の構成を示す。1 は I F 入力端子、2 は局発入力端子、3 は出力端子、1 2 0 は遅延制御部、1 4 0 は半導体レーザ、4 1 0 は集積変調部、4 2 0 は第 2 の 2 分岐部、4 3 0 は位相変調部、4 4 0 は強度変調部である。

#### 【 0 0 3 0 】

以下、本発明実施の形態 2 における動作を説明する。入力される I F 信号は、第 2 の 2 分岐部 4 2 0 において、互いに  $90^\circ$  の位相差を有する第 1 及び第 2 の I F 信号に 2 分岐され、第 1 の I F 信号は半導体レーザ 1 4 0 へ、第 2 の I F 信号は遅延制御部 1 2 0 へ出力される。第 1 の I F 信号は、半導体レーザ 1 4 0 において直接変調により光信号に変換され、位相変調部 4 3 0 へ入力される。第 2 の I F 信号は、遅延制御部 1 2 0 を介して、位相変調部 4 3 0 が有する光導波路に入力される。第 1 の I F 信号が第 2 の 2 分岐部 4 2 0 から半導体レーザ 1 4 0 で光信号に変換された後、位相変調部 4 3 0 まで伝搬する時間  $\tau_3$  と、第 2 の I F 信号が第 2 の 2 分岐部 4 2 0 から位相変調部 4 3 0 において光信号を変調するまでの時間  $\tau_4$  を等しくすることによって、直接変調時に発生する光周波数変調成分を低減することができる。

#### 【 0 0 3 1 】

一般に伝送遅延は、入力した信号レベルと受信した信号レベルとの時間差とし

て測定する。しかしながら、位相変調部 4 3 0 で電気信号を位相変調する場合、受光側で光信号を電気信号に変換しても、電気信号成分が得られないため、伝送遅延量を測定することができない。

#### 【 0 0 3 2 】

そのため、位相変調部 4 3 0 と強度変調部 4 4 0 を集積した集積変調部 4 1 0 を使用し、I F 信号を強度変調部 4 4 0 に入力し、強度変調により I F 信号を伝送した場合の伝送遅延量  $\tau 4'$  を測定する。この結果を元に、まず  $\tau 3 = \tau 4'$  となるように遅延制御部 1 2 0 の遅延量を荒く調整する。その後、強度変調部 4 4 0 に入力していた I F 信号を本来入力すべき位相変調部 4 3 0 に入力しなおし、半導体レーザ 1 4 0 での直接変調と位相変調部 4 3 0 での位相変調を行った後の光スペクトルを、光ヘテロダイン法等により測定し、光周波数変調成分が最小となるように、遅延制御部 1 2 0 の遅延量を精密に調整すればよい。

#### 【 0 0 3 3 】

なお、実施の形態 1 に対する優位性として、局発信号を、合波部等を介さずに強度変調部 4 4 0 へ直接印加することができるため、局発信号に対する損失が小さくてすむという利点がある。

#### 【 0 0 3 4 】

以上のように、位相変調部と強度変調部を集積変調部に集積することにより、光周波数変調成分を相殺するための遅延調整を容易に行うことができる。また、I F 信号と局発信号を合波することなく、各々位相変調部と強度変調部に直接入力して直接変調時に生じる光周波数成分を抑圧する光位相変調動作と、局発信号による周波数変換のための光強度変調動作を行うことにより、各信号に対する損失を低減し、より効率良く光変調を行うことができる。

#### 【 0 0 3 5 】

##### 【発明の効果】

上記のように、本発明の高周波光送信器によれば、電気信号を直接変調により光信号に変換し、さらに外部変調により局発信号で強度変調して、I F 信号を R F 信号に周波数変換する構成において、外部変調器として差動型光強度変調器を用いることにより、より簡単な構成で直接変調時に生じる光周波数成分を抑圧す



る光位相変調動作と、局発信号による周波数変換のための光強度変調動作を同時に実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明実施の形態 1 における高周波光送信器の構成図

【図 2】

本発明実施の形態 1 に基づいて測定した光スペクトル例を示す図

【図 3】

本発明実施の形態 1 における異なる外部変調方式での光スペクトルの差異を示す図

【図 4】

本発明実施の形態 2 における高周波光送信器の構成図

【図 5】

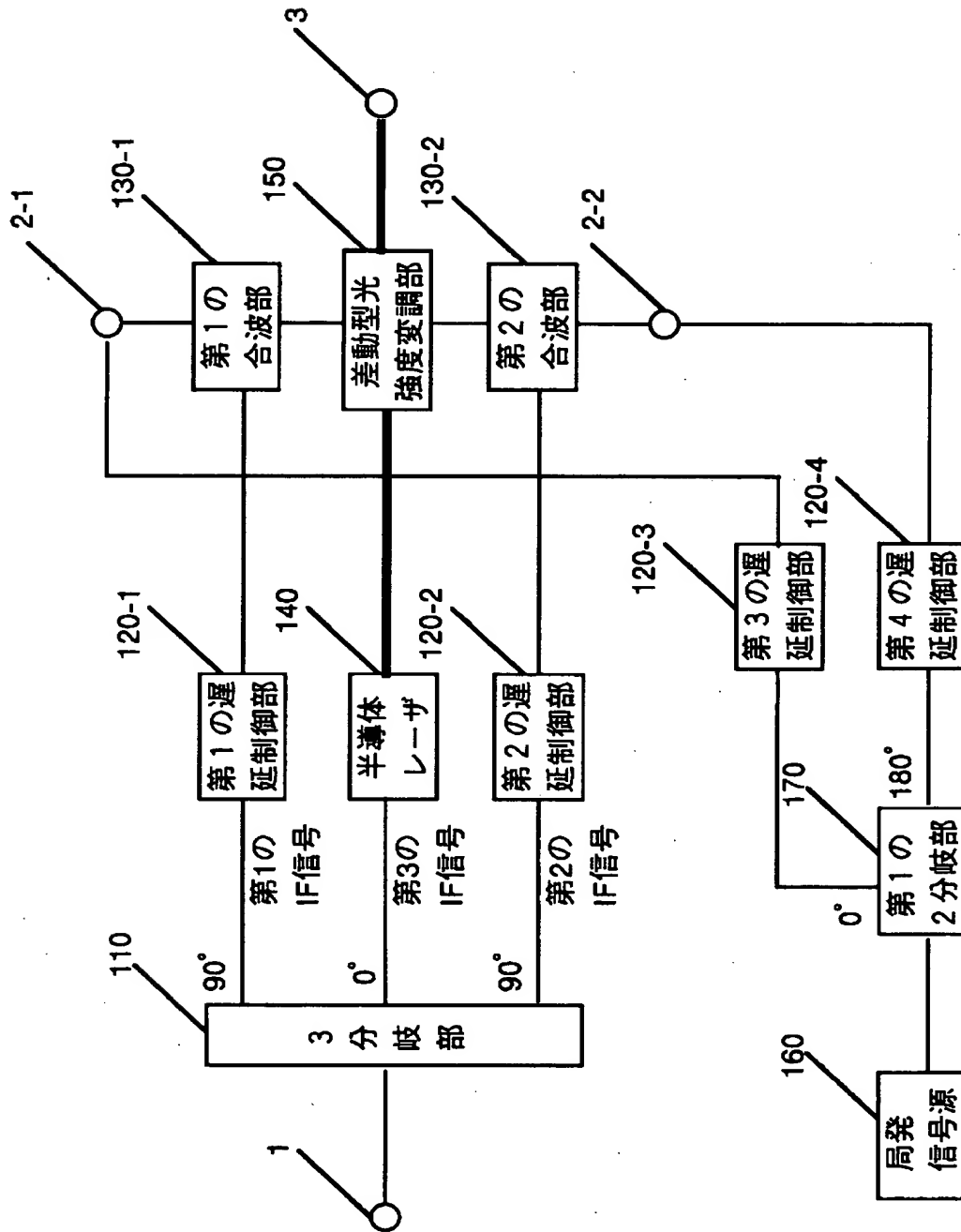
従来の高周波光送信器の構成図

【符号の説明】

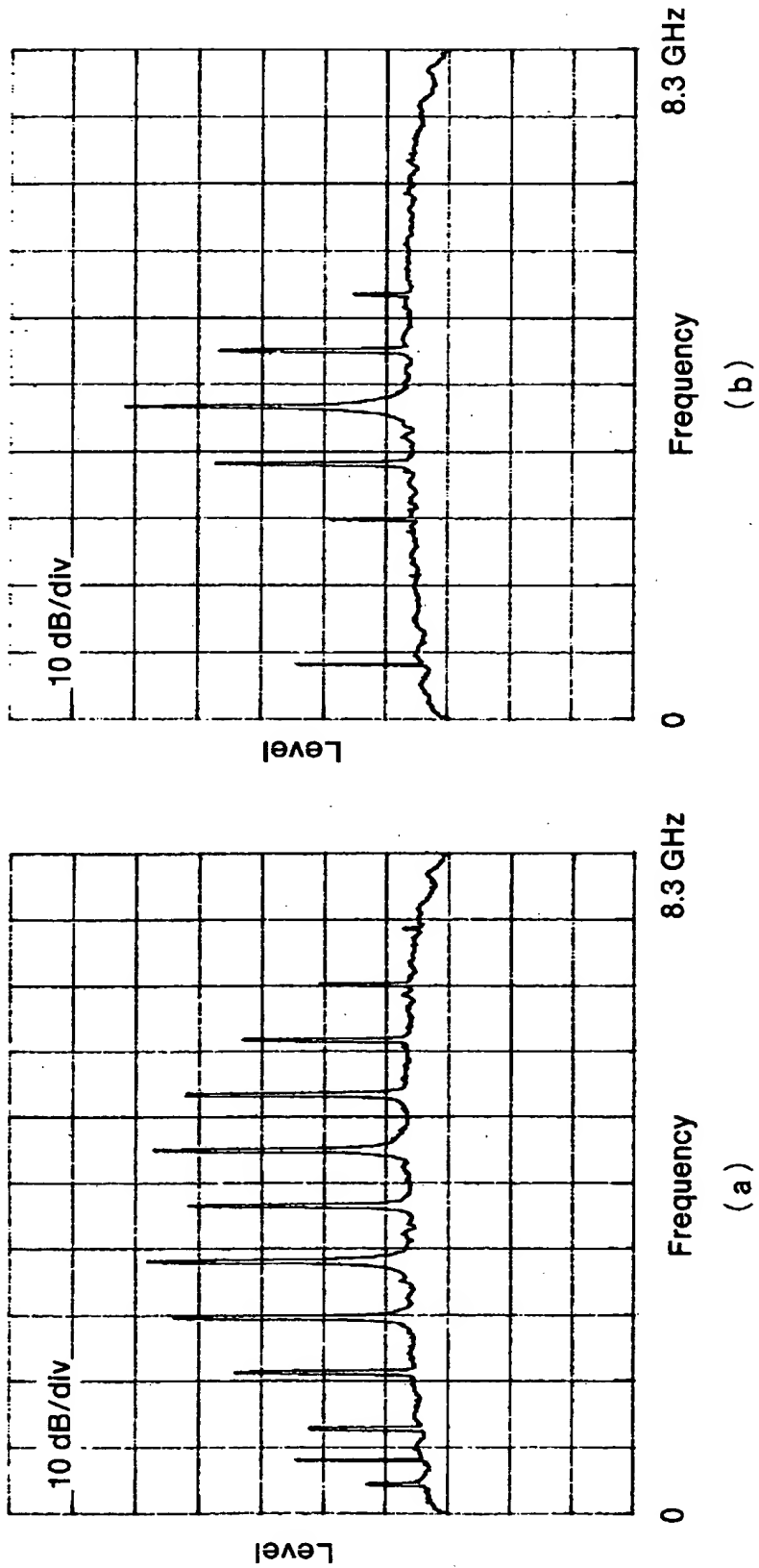
- 1    I F 入力端子
- 2 - 1, 2    第 1 及び第 2 の局発入力端子
- 3    出力端子
- 1 1 0    3 分岐部
- 1 2 0 - 1 ~ 4    第 1 ~ 第 4 の遅延制御部
- 1 3 0 - 1, 2    第 1 及び第 2 の合波部
- 1 4 0    半導体レーザ
- 1 5 0    差動型光強度変調器
- 1 6 0    局発信号源
- 1 7 0    第 1 の 2 分岐部
- 4 1 0    集積変調部
- 4 2 0    第 2 の 2 分岐部
- 4 3 0    位相変調部
- 4 4 0    強度変調部

【書類名】 図面

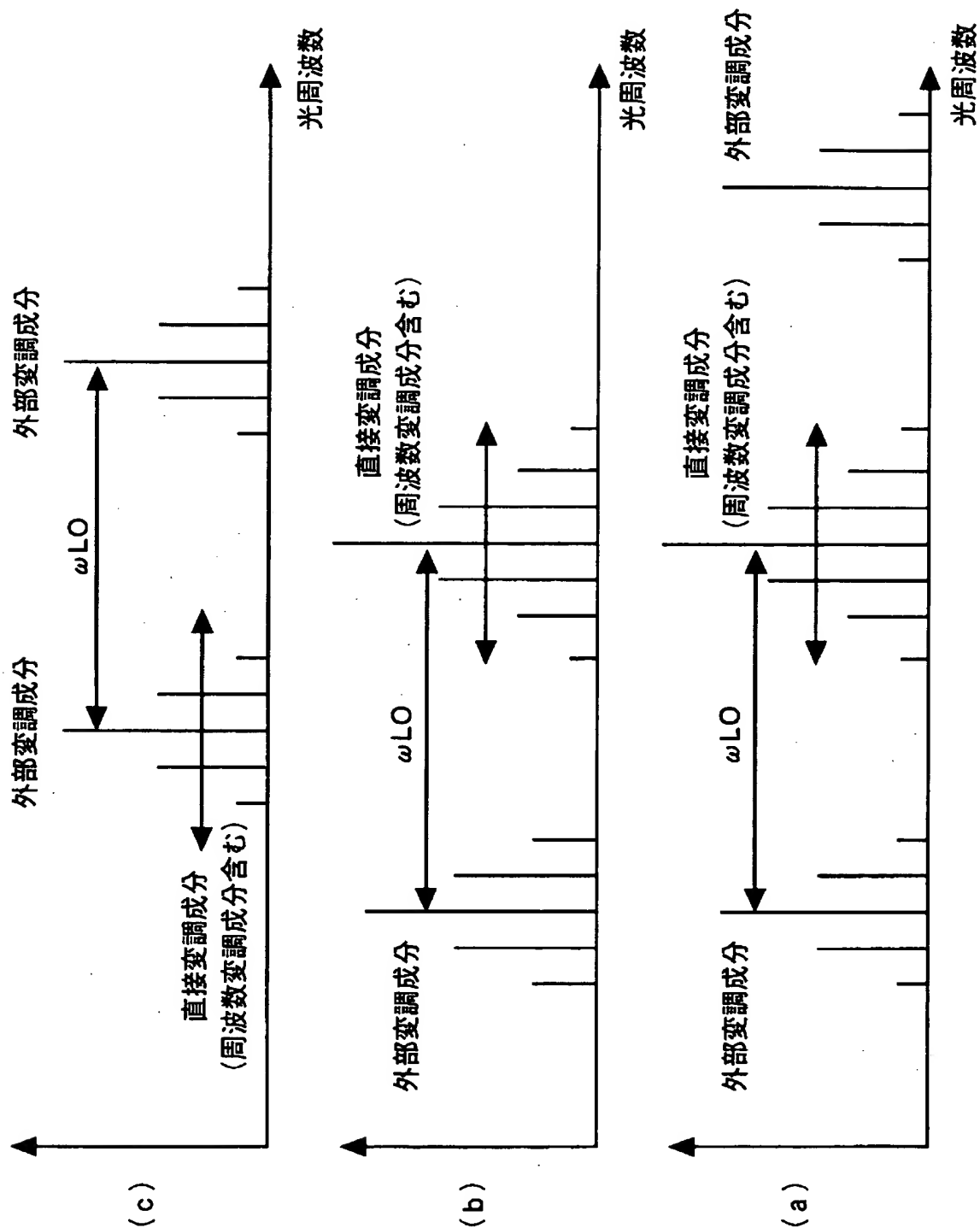
【図 1】



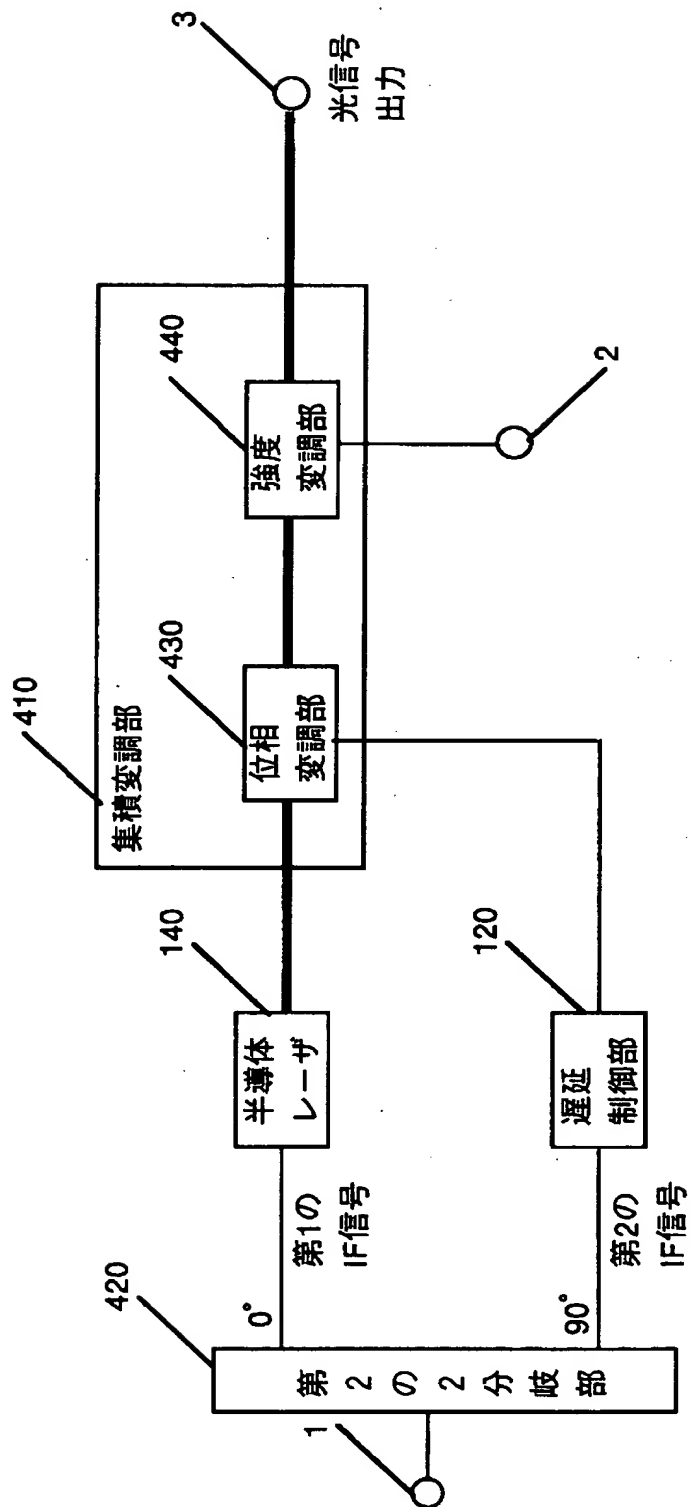
【図 2】



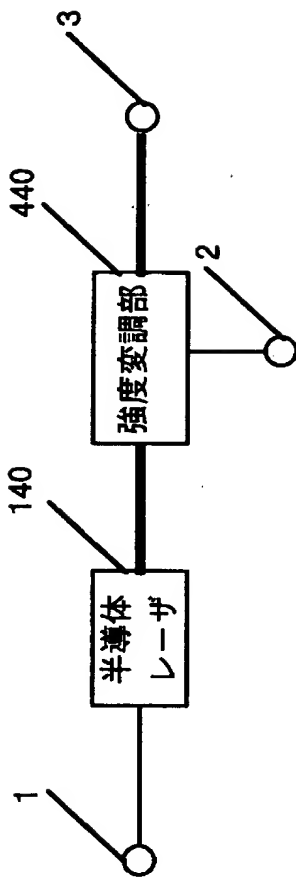
【図 3】



【図 4】



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 半導体レーザで電気信号を変換した光強度変調信号を局発信号で外部変調して周波数変換する光送信器において、直接変調時の波長チャープと光ファイバの波長分散により波長分散歪が発生し、伝送特性が劣化する。

【解決手段】 入力電気信号を、互いに同相と直交した電気信号に3分岐し、直交した電気信号を半導体レーザで光強度変調信号に変換し、2台の遅延調整部で同相の2つの電気信号の伝搬時間を等しく調整し、入力される局発信号を2分岐部で互いに逆相の局発信号に2分岐し、さらに2台の遅延調整部で逆相の局発信号の伝搬時間を等しく調整し、遅延調整された電気信号と局発信号を2台の合波部で合波し、差動型の強度変調器の2つの電極へ2台の合波部からの出力信号を入力し、半導体レーザから出力される光強度変調信号を変調し、光信号が有する光周波数変調成分の周波数偏位に対して、逆位相の光位相変調を施す。

【選択図】 図1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005821]

1. 変更年月日 1990年 8月28日

[変更理由] 新規登録

住 所 大阪府門真市大字門真1006番地  
氏 名 松下電器産業株式会社